

Analisis Perubahan Kerawanan Kecelakaan Lalu Lintas Secara Spasio- Temporal Di Kota Surakarta

Akbar Nandatama
akbar.nandatama@mail.ugm.ac.id
Noorhadi Rahardjo
²noorhadi@ugm.ac.id

ABSTRACT

Traffic activity in Surakarta City increases with the large number of universities. With the increase in vehicle population and traffic activities that are not proportional to the capacity of the road can cause higher accident rates. So that research needs to be done about changes in the level of traffic accident vulnerability. The method used in this research is spatial modeling in the form of weighted tiered analysis and descriptive analysis by comparing the results of new modeling with the results of previous studies. Based on the results of the analysis in this study, it was found that 10 out of 27 samples of road sections increased the level of accident vulnerability with the most frequently occurring factor in each sample being the turn radius factor. While the road that experienced a decrease in the level of accident vulnerability there were 6 out of 27 road samples with the most frequently occurring causal factors being the average speed factor of the vehicle.

Key word: accident vulnerability level, change, factor, Surakarta City

ABSTRAK

Aktivitas lalu lintas di Kota Surakarta meningkat dengan terdapat banyaknya jumlah perguruan tinggi. Dengan meningkatnya populasi kendaraan dan aktivitas lalu lintas yang tidak sebanding dengan kapasitas jalan dapat menyebabkan angka kecelakaan semakin tinggi. Sehingga perlu dilakukan penelitian mengenai perubahan tingkat kerawanan kecelakaan lalu lintas. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pemodelan spasial berupa analisis berjenjang tertimbang dan analisis deskriptif dengan cara membandingkan hasil pemodelan baru dengan hasil dari penelitian sebelumnya. Berdasarkan hasil dari analisis dalam penelitian ini, didapatkan 10 dari 27 sampel ruas jalan mengalami kenaikan tingkat kerawanan kecelakaan dengan faktor yang paling sering muncul dari setiap sampel adalah faktor radius belokan. Sedangkan jalan yang mengalami penurunan tingkat kerawanan kecelakaan terdapat 6 dari 27 sampel jalan dengan faktor penyebab yang paling sering muncul berupa faktor kecepatan rata-rata kendaraan.

Kata kunci: tingkat kerawanan kecelakaan, perubahan, faktor, Kota Surakarta

PENDAHULUAN

Kecelakaan lalu lintas merupakan fenomena yang berkaitan dengan aktivitas lalu lintas yang setiap tahunnya selalu mengalami dinamika baik peningkatan maupun penurunan. Peningkatan angka kecelakaan dapat dipengaruhi oleh salah satunya meningkatnya jumlah (populasi) kendaraan bermotor. Selain meningkatnya populasi kendaraan bermotor, yang mempengaruhi peningkatan angka kecelakaan lalu lintas yaitu peningkatan aktivitas lalu lintas. Dengan meningkatnya populasi kendaraan dan aktivitas lalu lintas yang tidak sebanding dengan kapasitas jalan dapat menyebabkan angka kecelakaan semakin tinggi.

Kota Surakarta dengan banyaknya perguruan tinggi baik negeri maupun swasta di Kota Surakarta maka semakin padat pula keberadaan manusia beserta berbagai aktivitasnya. Aktivitas lalu lintas kemudian juga turut meningkat dengan terdapat banyaknya jumlah perguruan tinggi di Kota Surakarta.

Penelitian mengenai tingkat kerawanan kecelakaan lalu lintas di Kota Surakarta terakhir dilakukan pada tahun 2010 oleh Norma Prabawati. Penelitian tersebut bertujuan mengkaji kemampuan Citra Quickbird dalam memberikan informasi mengenai parameter yang digunakan dalam analisis tingkat kerawanan kecelakaan lalu lintas dan untuk mengetahui tingkat kerawanan kecelakaan lalu lintas yang terjadi di Kota Surakarta. Untuk mengetahui mengetahui perubahan tingkat kerawanan kecelakaan lalu lintas beserta persebaran lokasinya maka perlu dilakukan penelitian kembali. Selain itu, melalui penelitian terbaru dapat diketahui faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi perubahan tingkat kerawanan kecelakaan lalu lintas di Kota Surakarta. Penelitian ini bertujuan untuk:

- a. Mengetahui perubahan persebaran lokasi dan tingkat kerawanan kecelakaan lalu lintas di Kota Surakarta dari tahun 2010 sampai dengan tahun 2019.

- b. Mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan tingkat kerawanan kecelakaan lalu lintas di Kota Surakarta.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Laptop
- b. *Software* ArcGIS 10.4.1.
- c. *Software* Ms Office 2016
- d. *Software* Quantum GIS 3.4.
- e. Aplikasi My Maps pada Google Maps
- f. Aplikasi SAS.Planet
- g. GPS/aplikasi GPS pada *smartphone*
- h. Alat tulis
- i. Kamera,

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Peta administrasi dan jaringan jalan Kota Surakarta bersumber dari Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) Kota Surakarta
- b. Data atribut jalan Kota Surakarta yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum
- c. Data kecelakaan dari kepolisian Tahun 2018 Kota Surakarta
- d. Data lalu lintas ruas jalan Kota Surakarta yang diperoleh dari Dinas Perhubungan Kota Surakarta

Analisis tingkat kerawanan kecelakaan lalu lintas dilakukan dengan menggunakan metode analisis Kuantitatif Berjenjang tertimbang, yaitu setiap variabel pada tiap parameter diberikan harkat besaran nilai yang disesuaikan dengan pengaruhnya terhadap terjadinya kecelakaan lalu lintas. Setiap parameter pun diberi harkat yang besarnya berkisar anatar 1 sampai dengan 3 dengan penghitungan variabel yang lebih berpengaruh atas terjadinya kecelakaan lalu lintas. Harkat 1 berarti pengaruh terhadap kerawanan kecelakaan rendah, harkat 2 berarti pengaruh terhadap kerawanan kecelakaan sedang, dan harkat 3 berarti pengaruh terhadap kerawanan kecelakaan tinggi.

Tahapan Penelitian

Penelitian ini terdiri dari tiga tahap, yaitu tahap persiapan, tahap pengumpulan dan pengolahan data, tahap validasi hasil pemodelan spasial tingkat kerawanan kecelakaan lalu lintas, dan tahap analisis faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan tingkat kerawanan kecelakaan lalu lintas.

Tahap persiapan mencakup beberapa kegiatan. Kegiatan-kegiatan yang termasuk dalam tahap persiapan yaitu persiapan alat dan bahan yang dibutuhkan dalam kegiatan penelitian; pembuatan peta panduan lapangan; dan pembuatan *checklist* lapangan.

Tahap pengumpulan dan pengolahan data terdiri dari dua kegiatan yaitu survei lapangan dan Pemodelan tingkat kerawanan kecelakaan lalu lintas. Data-data yang sudah didapatkan baik data sekunder yang diperoleh dari instansi maupun data primer hasil survei lapangan kemudian dimasukkan ke dalam *database*. *Database* yang dibuat berupa tabel atribut pada *shapefile* jaringan jalan sebagian Kota Surakarta dan *shapefile* batas administrasi Kota Surakarta. Pemodelan tingkat kerawanan kecelakaan lalu lintas dilakukan dengan perhitungan metode kuantitatif berjenjang tertimbang dengan bantuan *Software* ArcGIS 10.4.

Tahapan validasi yaitu tahapan kegiatan untuk mengetahui tingkat keakuratan dari pemodelan spasial tingkat kerawanan kecelakaan lalu lintas yang telah dibuat. Validasi hasil pemodelan spasial yang telah dibuat dilakukan dengan membandingkan hasil pemodelan spasial dengan data dari kepolisian. Data dari kepolisian tersebut berupa data data yang berkaitan dengan kecelakaan lalu lintas yang telah tercatat.

Tahapan analisis faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan tingkat kerawanan kecelakaan lalu lintas merupakan tahap untuk mengetahui fakto-faktor apa saja yang mempengaruhi perubahan tingkat kerawanan kecelakaan. Perubahan tingkat kerawanan kecelakaan yang dimaksud yaitu perubahan dari tingkat kerawanan kecelakaan yang diketahui berdasarkan pemodelan spasial yang sudah dilakukan pada tahun 2010

sampai dengan tingkat kerawanan kecelakaan yang didapatkan dari pemodelan spasial pada penelitian ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemodelan Spasial Kerawanan Kecelakaan Lalu Lintas Berbasis Sistem Informasi Geografis

Pemodelan spasial yang dilakukan dalam penelitian ini dimaksudkan untuk memperoleh distribusi spasial tingkat kerawanan kecelakaan lalu lintas di Kota Surakarta. Pemodelan dilakukan untuk mendapat gambaran mengenai suatu fenomena yang di dalamnya terdapat parameter-parameter yang mempengaruhi fenomena tersebut. Dalam pemodelan yang dilakukan pada penelitian ini digunakan skor untuk setiap kategori yang berbeda dalam sebuah peta tematik.

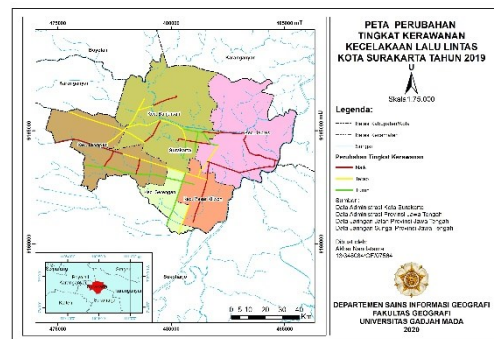
Pemodelan yang dilakukan merupakan pemodelan spasial analisis berjenjang tertimbang yang mana setiap parameter mempunyai bobot masing-masing berdasarkan besar-kecil pengaruhnya terhadap tingkat kerawanan kecelakaan lalu lintas. Bobot dari parameter-parameter yang digunakan memiliki interval satu sampai tiga. Semakin besar bobotnya maka semakin besar pengaruhnya terhadap tingkat kerawanan kecelakaan. Sebaliknya, semakin kecil bobotnya maka semakin kecil pengaruhnya terhadap tingkat kerawanan kecelakaan. Variabel yang ada dalam parameter juga diberi skor untuk selanjutnya digunakan dalam pemodelan spasial. Skor dari variabel-variabel tersebut memiliki interval satu sampai lima, dengan skor kecil menggambarkan kondisi baik dan skor semakin besar menggambarkan kondisi yang semakin buruk. Hasil dari pemodelan spasial tingkat kerawanan kecelakaan dapat dilihat pada tabel 1 dan gambar 1 berikut.

Tabel 1. Hasil Pemodelan Spasial Tingkat Kerawanan Kecelakaan Lalu Lintas

Nama Jalan	Klasifikasi Hasil Pemodelan
Slamet Riyadi 1	Rawan
Slamet Riyadi 2	Agak rawan
Jend. Sudirman	Agak rawan
Urip Sumoharjo	Rawan
Adi Sucipto 1	Agak rawan
Adi Sucipto 2	Agak rawan
Ahmad Yani 1	Sangat rawan
Ahmad Yani 2	Rawan
Tentara Pelajar	Sangat rawan
Ir. Sutami	Sangat rawan
Dr. Radjiman 1	Agak rawan
Dr. Radjiman 2	Agak rawan
K.H. Agus Salim	Rawan
Yos Sudarso	Agak rawan
Brigjend. Sudiarto	Rawan
Kapten Mulyadi	Sangat rawan
Mayor Sunaryo	Rawan
D.I. Panjaitan	Agak rawan
Dr. Wahidin	Sangat rawan
M.T. Haryono	Rawan
Letjen. Suprpto	Agak rawan
Ki Mangun Sarkoro 1	Agak rawan
Ki Mangun Sarkoro 2	Sangat rawan
Letjend. S. Parman 1	Rawan
Letjend. S. Parman 2	Agak rawan
Ir. Juanda	Sangat rawan
Monginsidi	Sangat rawan

Analisis Perubahan Kerawanan Kecelakaan Lalu Lintas

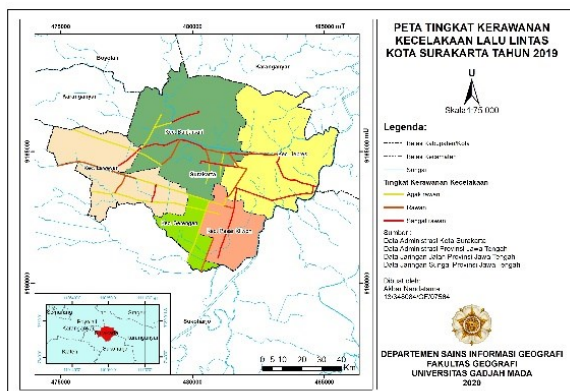
Analisis ini dilakukan secara deskriptif dengan pembandingan berupa hasil pemodelan spasial tingkat kerawanan kecelakaan lalu lintas di Kota Surakarta yang sudah dilakukan pada penelitian di tahun 2010 oleh Norma Prabawati. Perubahan tingkat kerawanan yang didapatkan yaitu ada tiga, antara lain “naik” yang menunjukkan perubahan meningkatnya tingkat kerawanan kecelakaan, “tetap” yang menunjukkan tidak adanya perubahan tingkat kerawanan kecelakaan, dan “turun” yang menunjukkan perubahan menurunnya tingkat kerawanan kecelakaan. Untuk melihat perubahan tingkat kerawanan kecelakaan yang terjadi dapat dilihat pada tabel 2 dan gambar 2 berikut.



Gambar 2. Peta Perubahan Tingkat Kerawanan Kecelakaan Lalu Lintas

Tabel 2. Perubahan Tingkat Kerawanan Kecelakaan Lalu Lintas

Nama Jalan	Perubahan Kerawanan Kecelakaan
Slamet Riyadi 1	Naik
Slamet Riyadi 2	Tetap
Jend. Sudirman	Tetap
Urip Sumoharjo	Tetap
Adi Sucipto 1	Tetap
Adi Sucipto 2	Tetap
Ahmad Yani 1	Tetap
Ahmad Yani 2	Turun
Tentara Pelajar	Naik
Ir. Sutami	Naik
Dr. Radjiman 1	Turun



Gambar 1. Peta Tingkat Kerawanan Kecelakaan Lalu Lintas

Dr. Radjiman 2	Turun
K.H. Agus Salim	Naik
Yos Sudarso	Turun
Brigjend. Sudiarto	Tetap
Kapten Mulyadi	Naik
Mayor Sunaryo	Tetap
D.I. Panjaitan	Turun
Dr. Wahidin	Naik
M.T. Haryono	Naik
Letjen. Suprpto	Tetap
Ki Mangun Sarkoro 1	Tetap
Ki Mangun Sarkoro 2	Naik
Letjend. S. Parman 1	Tetap
Letjend. S. Parman 2	Turun
Ir. Juanda	Naik
Monginsidi	Naik

Sampel jalan yang mengalami perubahan tingkat kerawanan kecelakaan kemudian dianalisis faktor apa saja yang berubah dibandingkan dengan penelitian sebelumnya di tahun 2010. Sampel jalan yang mengalami kenaikan tingkat kerawanan kecelakaan ada sebanyak 10 jalan. Sebagai catatan, faktor yang akan dianalisis dalam penelitian ini hanya enam parameter antara lain parameter penggunaan lahan, radius belokan, fasilitas penyeberangan jalan, marka jalan, perlintasan kereta api, dan kecepatan rata-rata kendaraan saja. Hal ini disebabkan karena data parameter yang terlampir pada penelitian sebelumnya di tahun 2010 hanya ada seperti yang telah disebutkan serta keterbatasan akses data sekunder masa lampau pada dinas terkait yang menjadi sumber data sekunder.

Jalan pertama yang mengalami kenaikan adalah Jalan Slamet Riyadi 1. Faktor yang mengalami kenaikan bobot yang berarti semakin buruk adalah pada parameter radius belokan dari bobot 1 menjadi 2 dan kecepatan rata-rata kendaraan dari bobot 3 menjadi 4. Jalan kedua yaitu Jalan K.H. Agus Salim. Faktor yang mengalami kenaikan bobot yaitu pada parameter radius belokan dari bobot 1 menjadi 2, fasilitas penyeberangan dari bobot 1 menjadi 5, dan marka jalan dari bobot 1

menjadi 5. Jalan ketiga yaitu Jalan Dr. Wahidin. Faktor yang mengalami kenaikan bobot yaitu pada parameter radius belokan dari bobot 1 menjadi 2, marka jalan dari bobot 1 menjadi 5, dan perlintasan kereta api dari bobot 1 menjadi 5. Jalan keempat yaitu Jalan M.T. Haryono. Faktor yang mengalami kenaikan bobot yaitu pada parameter penggunaan lahan dari bobot 2 menjadi 3 dan radius belokan dari bobot 1 menjadi 2. Jalan kelima yaitu Jalan Ki Mangun Sarkoro 2. Faktor yang mengalami kenaikan bobot yaitu pada parameter penggunaan lahan dari bobot 2 menjadi 4, radius belokan dari bobot 1 menjadi 5, marka jalan dari bobot 1 menjadi 5, dan perlintasan kereta api dari bobot 1 menjadi 5. Jalan keenam yaitu Jalan Ir. Juanda. Faktor yang mengalami kenaikan bobot yaitu pada parameter penggunaan lahan dari bobot 2 menjadi 5 dan radius belokan dari bobot 1 menjadi 5. Jalan ketujuh yaitu Jalan Monginsidi. Faktor yang mengalami kenaikan bobot yaitu pada parameter penggunaan lahan dari bobot 2 menjadi 4, radius belokan dari bobot 1 menjadi 5, dan marka jalan dari bobot 1 menjadi 5.

Tiga jalan lainnya yaitu Jalan Tentara Pelajar, Ir. Sutami, dan Kapten Mulyadi. Pada tiga jalan ini tidak ada faktor yang mengalami kenaikan bobot tetapi terjadi kenaikan tingkat kerawanan, sehingga ada kemungkinan terjadi kenaikan bobot pada parameter yang tidak bisa dibandingkan dalam penelitian ini. Dari analisis pada 10 sampel jalan yang mengalami kenaikan tingkat kerawanan kecelakaan lalu lintas, parameter radius belokan merupakan parameter yang paling sering muncul mengalami kenaikan bobot sehingga dapat dikatakan radius belokan merupakan faktor yang paling mempengaruhi kenaikan tingkat kerawanan kecelakaan lalu lintas di beberapa jalan di Kota Surakarta.

Sampel jalan yang mengalami penurunan tingkat kerawanan kecelakaan ada sebanyak enam jalan. Jalan pertama yang mengalami penurunan adalah Jalan Ahmad Yani 2. Faktor yang mengalami penurunan bobot

yang berarti semakin baik adalah pada parameter marka jalan dari bobot 5 menjadi 1, perlintasan kereta api dari bobot 5 menjadi 1, dan kecepatan rata-rata kendaraan dari bobot 4 menjadi 3. Jalan kedua yaitu Jalan Dr. Radjiman 1. Faktor yang mengalami penurunan bobot yaitu pada parameter penggunaan lahan dari bobot 5 menjadi 4, marka jalan dari bobot 5 menjadi 1, dan kecepatan rata-rata kendaraan dari bobot 5 menjadi 3. Jalan ketiga yaitu Jalan Dr. Radjiman 2. Faktor yang mengalami penurunan bobot yaitu pada parameter marka jalan dari bobot 5 menjadi 1 dan kecepatan rata-rata kendaraan dari bobot 5 menjadi 3. Jalan keempat yaitu Jalan Yos Sudarso. Faktor yang mengalami penurunan bobot yaitu pada parameter kecepatan rata-rata kendaraan dari bobot 5 menjadi 2. Jalan kelima yaitu Jalan D.I. Panjaitan. Faktor yang mengalami penurunan bobot yaitu pada parameter marka jalan dari bobot 5 menjadi 1 dan kecepatan rata-rata kendaraan dari bobot 5 menjadi 3. Jalan keenam yaitu Jalan Letjend. S. Parman 2. Faktor yang mengalami penurunan bobot yaitu pada parameter radius belokan dari bobot 4 menjadi 2 dan kecepatan rata-rata dari bobot 5 menjadi 3.

Berdasarkan pada analisis pada enam sampel jalan yang mengalami penurunan tingkat kerawanan kecelakaan lalu lintas, parameter kecepatan rata-rata kendaraan merupakan parameter yang paling sering muncul mengalami penurunan bobot sehingga dapat dikatakan kecepatan rata-rata kendaraan merupakan faktor yang mempengaruhi penurunan tingkat kerawanan kecelakaan lalu lintas di beberapa jalan di Kota Surakarta.

Rekomendasi Manajemen Lalu Lintas Untuk Mengurangi Tingkat Kecelakaan Lalu Lintas

Kecelakaan lalu lintas dapat ditanggulangi dengan perbaikan manajemen lalu lintas pada ruas-ruas jalan yang sekiranya perlu dilakukan perbaikan. Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, kenaikan

kerawanan kecelakaan terjadi karena faktor yang paling berpengaruh berupa radius belokan. Untuk mengatasi faktor ini manajemen yang perlu dilakukan adalah pemberian rambu-rambu peringatan yang lebih sebelum memasuki daerah yang memiliki belokan. selain rambu peringatan, juga perlu rambu himbauan untuk mengurangi kecepatan kendaraan agar kendaraan yang melintas tidak kehilangan kestabilan kemudi saat memasuki belokan.

Manajemen lalu lintas yang lain yang perlu dilakukan yaitu mempertegas aturan kecepatan maksimal. Hal-hal yang bisa dilakukan yaitu memperjelas rambu-rambu batas kecepatan maksimal dan pengadaan sensor kecepatan kendaraan yang melintas. Ini perlu dilakukan karena berdasarkan penelitian yang telah dilakukan menunjukkan penurunan kecepatan rata-rata menjadi faktor yang paling berpengaruh dalam penurunan tingkat kerawanan kecelakaan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Tingkat kerawanan kecelakaan lalu lintas di Kota Surakarta terjadi perubahan dari tahun 2010 ke 2019. Berdasarkan 27 sampel jalan yang diteliti, ada sebanyak 10 jalan yang mengalami kenaikan tingkat kerawanan kecelakaan dan sebanyak 6 jalan mengalami penurunan tingkat kerawanan kecelakaan lalu lintas. Jalan yang mengalami kenaikan tingkat kerawanan kecelakaan lalu lintas antara lain Jalan Slamet Riyadi 1, Tentara Pelajar, Ir. Sutami, K.H. Agus Salim, Kapten Mulyadi, Dr. Wahidin, M.T. Haryono, Ki Mangun Sarkoro 2, Ir. Juanda, dan Monginsidi. Sedangkan jalan yang mengalami penurunan tingkat kerawanan kecelakaan lalu lintas antara lain Jalan Ahmad Yani 2, Dr. Radjiman 1, Dr. Radjiman 2, Yos Sudarso, D.I. Panjaitan, dan Letjend. S. Parman 2.

Perubahan tingkat kerawanan kecelakaan lalu lintas yang terjadi di Kota Surakarta dari tahun 2010 ke tahun 2019 ada dua jenis yaitu perubahan naik (mengalami

kenaikan) dan perubahan turun (mengalami penurunan). Faktor yang paling mempengaruhi kenaikan tingkat kerawanan kecelakaan lalu lintas di beberapa jalan di Kota Surakarta berdasarkan analisis dalam penelitian ini yaitu faktor radius belokan. Sedangkan faktor yang paling mempengaruhi penurunan tingkat kerawanan kecelakaan lalu lintas di beberapa jalan di Kota Surakarta berdasarkan analisis dalam penelitian ini yaitu faktor kecepatan rata-rata kendaraan.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa kekurangan dalam penelitian ini. Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu analisis dalam penelitian ini belum bisa membandingkan faktor dengan mengikutsertakan seluruh parameter yang digunakan karena keterbatasan ketersediaan data lampiran pada penelitian sebelumnya dan keterbatasan akses data masa lampau pada instansi-instansi terkait data sekunder. Sehingga jika ke depannya dilakukan penelitian serupa, dapat mengkaji daerah yang sama dengan ketersediaan data dalam penelitian ini sebagai data pembanding untuk dilakukan analisis yang lebih menyeluruh.

DAFTAR PUSTAKA

Abubakar, dkk. 2000. *Menuju Lalu Lintas dan Angkutan Jalan Yang Tertib*. Direktorat Perhubungan Darat: Jakarta.

Andhika, Muhammad. 2018. *Aplikasi Story Maps untuk Visualisasi Tingkat Kenyamanan Bersepeda di Sebagian Kota Yogyakarta*. Skripsi. Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta.

Anonim. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Direktorat Jenderal Bina Marga Direktorat Bina Jalan Kota.

Arta, I Gede Benny Dwija. 2017. *Kajian Spasial Tingkat Kerawanan Kecelakaan Lalulintas di Sebagian Ruas Jalan Kota Denpasar*. Skripsi. Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta.

Austroads, 2002. *Road Safety Audit*, 2nd ed., Austroads Publication, Sydney.

Badan Pusat Statistik Kota Surakarta. 2018. *Kota Surakarta Dalam Angka Tahun 2018*. Surakarta.

Black, M. A., & Cartwright, W. E. 2005. *Web Cartography & Web-Enabled Geographic Information Systems (GIS): New Possibilities, New Challenges*. Melbourne: RMIT University.

Fernandez, P. A., & Buchroithner, M. F. 2011. Cartography in the Context of Sciences: Theoretical and Technological Considerations. *The Cartographic Journal*, Vol 48, No 1, 4-10.

Gumawang, Jaler. 2015. *Kajian Tingkat Kerawanan Kecelakaan Lalulintas Sebagian Ruas Jalan di Kota Tangerang Secara Spasial*. Skripsi. Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta.

Hadiarta, Aktiva Primananda. 2005. *Pemodelan Spasial Tingkat Kerawanan Kecelakaan Lalu Lintas di Surabaya Pusat Dengan Memanfaatkan Foto Udara*. Skripsi. Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta.

Hobbs, F. D. 1995. *Perencanaan Dan Teknik Lalu Lintas*. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta.

Jensen, J. R., & Jensen, R. R. 2013. *Introductory Geographic Information System*. Old Tappan: Pearson.

Kraak, M. J., & Ormeling, F. 2007. *Kartografi: Visualisasi Data Geospasial*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

- Malkhamah, Siti. 1994. *Survei, Lampu Lalu Lintas, Dan Pengantar Manajemen Lalu Lintas*. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta.
- Malkhamah, Siti. 1995. *Manajemen Lalu Lintas: Kota Secara Terpadu, Untuk Pelestarian Lingkungan, Untuk Keselamatan Lalu Lintas*. Jurusan Teknik Sipil, Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta.
- Peraturan Pemerintah No. 43 Tahun 1993 Tentang Prasarana dan Lalu Lintas Jalan.
- Prabawati, Norma. 2008. *Pemanfaatan Citra Quicbird dan Sistem Informasi Geografis untuk Kajian Kecelakaan Lalu Lintas (Studi Kasus Sebagian Kota Surakarta)*. Skripsi. Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta.
- Setijowarno, Djoko. 2003. *Pengantar Rekayasa dasar Transportasi*. Bandung: Universitas Katolik Soegijapranata.